

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**
(11) **DE 30 18 076 A 1**

(51) Int. Cl. 3:
F 01 P 7/00

DE 30 18 076 A 1

(21) Aktenzeichen: P 30 18 076.8
(22) Anmeldetag: 12. 5. 80
(43) Offenlegungstag: 19. 11. 81

(71) Anmelder:
GST Gesellschaft für Systemtechnik mbH, 4300 Essen, DE

(72) Erfinder:
Fehn, Berthold, Dipl.-Ing., 4150 Krefeld, DE; Hennemann,
Klaus-Jürgen, Dipl.-Ing., 5409 Horhausen, DE

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Flüssigkeitskühlung unterschiedlich belasteter Antriebsmaschinen mit zuschaltbarem Lüfter**

DE 30 18 076 A 1

- (1) Verfahren zur Flüssigkeitskühlung unterschiedlich belasteter Antriebsmaschinen mit zuschaltbarem Lüfter, dadurch gekennzeichnet, daß die Lüfterdrehzahl unabhängig von der Drehzahl der Antriebsmaschine geregelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlmittel- und Umgebungstemperatur, die Drehzahl der Antriebsmaschine sowie ggf. die Fahrgeschwindigkeit, die Bremspedalstellung, der Ladeluftdruck und die Regelstangenstellung gemessen und nach Vergleich mit den sich aus dem gewählten Betriebszustand der Antriebsmaschine ergebenden Sollwerten einschließlich sich etwa ergebender Differenzwerte einem Stellglied zur Drehzahlbestimmung des Lüfters eingegeben werden.
3. Kühlvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Ansprüchen 1 und 2, insbesondere für Antriebsmaschinen von Ketten- und schweren Radfahrzeugen, bestehend aus einem mittels Temperaturfühler kontrollierbaren Kühlkreislauf mit Wärmetauscher und einem bei Bedarf zuschaltbaren Lüfter, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkreislauf an einen Regelkreis angeschlossen ist, der Meßwertaufnehmer, wie beispielsweise Drehzahlmesser und Temperaturfühler, einen mit einer Sollwerteingabe verbundenen Komparator und ein Stellglied zur mechanischen, hydrostatischen oder elektrischen Beeinflussung der Drehzahl des Lüfters besitzt.
4. Kühlvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Beeinflussung der Lüfterdrehzahl ein hydrostatischer Konstantmotor vorgesehen ist, der von einer hydrostatischen Verstellpumpe gespeist wird.

- 2.
- 3018076 5. Kühlvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet daß als Stellglied ein Rechner oder ein entsprechend arbeitendes Logikelement verwendet wird.
6. Kühlvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet daß die Antriebsmaschine und der Lüfter in zwei getrennten Kühlkreisläufen angeordnet sind, die mittels eines von dem Stellglied ansteuerbaren Stellventils ganz oder teilweise verbindbar sind.
7. Kühlvorrichtung nach Ansprüchen 3 bis 6, gekennzeichnet durch eine oder mehrere Kühlmittelumwälzpumpen im Kühlkreislauf.
8. Kühlvorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch einen im Kühlkreislauf angeordneten Ladeluftkühler.

GST GESELLSCHAFT FÜR SYSTEMTECHNIK MBH, Essen

3018076

Verfahren und Vorrichtung zur Flüssigkeitskühlung unterschiedlich belasteter Antriebsmaschinen mit zuschaltbarem Lüfter

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Flüssigkeitskühlung unterschiedlich belasteter Antriebsmaschinen mit zuschaltbarem Lüfter. Die Kühlvorrichtung ist insbesondere verwendbar für Antriebsmaschinen von Ketten- und schweren Radfahrzeugen, wobei die Temperatur des Kühlkreislaufes mittels eines Temperaturlücklers kontrolliert wird und bei Überschreiten einer fest vorgegebenen Solltemperatur der Lüfter mit voller Leistung zugeschaltet wird.

Nach dem bekannten Stand der Technik wird der Lüfter in Abhängigkeit der Kühlmitteltemperatur ein- und ausgeschaltet.

Darüber hinaus ist in der DE-PS 19 47 802 vorgeschlagen worden, bei Fahrzeugen mit einer primären Brennkraftmaschine für den Fahrbetrieb, einer sekundären Brennkraftmaschine für den Betrieb von Nebenaggregaten und einer Kühlanlage mit Wärmetauscher die Kühlanlage der primären Brennkraftmaschine und die Kühlanlage der sekundären Brennkraftmaschine an ein gemeinsames Kübleraggregat anzuschließen, wobei die Kühlanlage der sekundären Brennkraftmaschine wahlweise getrennt oder mit der Kühlanlage der primären Brennkraftmaschine betrieben werden kann und dem Kübleraggregat ein von den Brennkraftmaschinen unabhängig angetriebener Lüfter zugeordnet ist. Die sekundäre Brennkraftmaschine dient dabei zum Antrieb des hydrostatischen Motors des Lüfters, der über ein elektromagnetisches, in Abhängigkeit der Kühlmitteltemperatur ar-

beitendes Steuerventil angesteuert wird.

3018076

Des weiteren sind bei Kettenfahrzeugen Vorrichtungen bekannt, die zur kurzfristigen Abschaltung der Kühlerlüfterantriebe dienen, beispielsweise in der Form, daß

- 5 beim Durchtreten des Gaspedals ein Schalter den Lüfterantrieb so lange unterbricht, bis die zulässige Kühlmittelgrenztemperatur erreicht ist. Damit soll der Zweck verfolgt werden, daß zusätzliche Vortriebsenergie freigestellt wird, die beispielsweise zum schnelleren
- 10 Beschleunigen über kurze Entfernung aufzubringen ist. Die hierbei angewandten Methoden sind unterschiedlich. Bekannt ist es, zu diesem Zweck Elektromagnetkupplungen, Viskosekupplungen, hydrodynamische Kupplungen oder hydrostatische Pumpen mit hydrostatischen Motoren zu verwenden.
- 15 Der Nachteil der genannten Verfahren liegt darin, daß entweder dem Lüfter im eingeschalteten Zustand die volle Leistung abgefordert wird oder daß er im entkoppelten Zustand, wie beispielsweise bei einer hydrodynamischen Kupplung, mitgeschleppt wird oder daß hohe Verluste entstehen, wie zum Beispiel bei der bekannten Bypassregelung. Im übrigen reichen die alternativ wählbaren Schaltzustände des Lüfters vielfach nicht aus, um den unterschiedlichen Lastfällen und Betriebsarten der Antriebsmaschine gerecht werden zu können. Steht beispielsweise
- 20 25 die Antriebsmaschine vor einer länger andauernden, zusätzlichen Belastung, so ist die zur Verfügung stehende Wärmekapazität und damit das Zeitintervall, in dem der Antriebsmaschine die zusätzliche Belastung abgefördert werden kann, zu gering, weil zwischen dem relativ hoch
- 30 liegenden Betriebstemperaturniveau des Kühlmittels und dessen maximal zulässiger Temperatur nur eine schmale Spanne von ca. 20 K liegt, die zur Aufnahme weiterer

3018076

• 5 •

Wärmeenergie während des Lüfterstillstandes genutzt werden kann. Es muß also schon nach relativ kurzer Zeit ein Teil der Antriebsmaschinenleistung zum Betrieb des Lüfters abgezweigt werden, so daß danach nicht mehr die 5 volle Antriebsmaschinenleistung zur Verfügung steht.

Es ist somit Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Flüssigkeitskühlung unterschiedlich belasteter Antriebsmaschinen mit zuschaltbarem Lüfter und eine Kühlvorrichtung zu schaffen, welche die vorge- 10 nannten Nachteile nicht besitzt und einen bedarfsabhängigen Lüfterbetrieb gewährleistet, der nicht nur temperaturgesteuert ist. Die Aufgabe wird mittels eines Verfahrens gelöst, wonach die Lüfterdrehzahl unabhängig von der Drehzahl der Antriebsmaschine geregelt wird. 15 Mit diesem Verfahren ist es möglich, in jedem Betriebszustand der Antriebsmaschine eine optimale Kühlmitteltemperatur einzustellen, den Lüfter jeweils in dem Bereich des optimalen Wirkungsgrades laufen zu lassen und ggf. den Leistungsbedarf des Lüfters zum Abbremsen der 20 Antriebsmaschine zu verwenden.

Die Regelung wird in Abhängigkeit von der Kühlmitteltemperatur, der Umgebungstemperatur sowie ggf. der Fahrgeschwindigkeit, der Bremspedalstellung, der Regelstangenstellung, dem vorwählbaren Betriebszustand der Antriebsmaschine und ggf. weiterer vorgiebbarer Sollwerte über 25 eine Regeleinheit durchgeführt. Wählbare Betriebszustände der Antriebsmaschine sind beispielsweise das Laufenlassen der Antriebsmaschine im Leerlauf vor einer kurzzeitigen Höchstbelastung zum Zwecke der vorherigen Ab- 30 kühlung des Kühlmittels unter die normale Betriebstemperatur, das Laufenlassen mit hoher Drehzahl bei voller Leistungsabgabe sowie bei Fahrzeugantriebsmaschinen das Abbremsen des Fahrzeuges mittels Motorbremse und das

3018076

Laufenlassen der Antriebsmaschinen mit unterschiedlichen Drehzahlen und damit unterschiedlichen Belastungen. Der Lüfter wird vorteilhafterweise nur dann angesteuert und in Betrieb gesetzt, wenn er im optimalen Wirkungsbereich 5 arbeitet, d.h. die Antriebsmaschine zur Schaffung einer zusätzlichen Wärmekapazität vorkühlt oder seine Bremswirkung ausgenutzt werden soll. Bei dem Betriebszustand mit wechselnder Antriebsmaschinendrehzahl soll der Lüfter mit einer konstanten Drehzahl betrieben werden, die 10 dem Bedarfsmittelwert entspricht. Insbesondere nicht eingeschaltet werden soll der Lüfter, wenn bei vorgekühlter Antriebsmaschine diesem eine kurzzeitige maximale Leistungsabgabe abgefordert wird. Sofern die Betriebszustände des Motors nicht vorgewählt sind und auch nicht gemessen 15 werden, sind ggf. Sollwerte vorzugeben.

Vorteilhafterweise bedient man sich zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens einer Kühlvorrichtung, die aus einem mittels Temperaturfühler kontrollierbaren Kühlkreislauf und einem bei Bedarf zuschaltbaren Lüfter besteht, wobei der Regelkreis ein Stellglied, Meßwertaufnehmer wie einen Antriebsmaschinendrehzählmesser und einen oder mehrere Temperaturfühler, einen mit einer Sollwerteingabe verbundenen Komparator und eine mechanisch, hydrostatisch oder elektrisch arbeitende Einheit zur Beeinflussung der Lüfterdurchflußmenge besitzt. Der Lüfterdurchfluß ist mittels stufenloser Variation der Schaufelwinkelstellung der Lüfterradschaufeln, einer variablen Blende vor oder hinter dem Lüfterrad oder Kombinationen davon zu beeinflussen.

30 Vorzugsweise wird die Lüfterdurchflußmenge mittels eines hydrostatischen Konstantmotors bestimmt, der von einer Verstellpumpe gespeist wird. Vorteilhafterweise ist die

118076

stufenlose Variation der Lüfterdrehzahl und damit der Lüfterdurchflußmenge möglich, wobei als Antriebseinheit die zu kühlende Antriebsmaschine selbst dient. Jedem Betriebszustand, Temperatur- und sonstigen Meß- oder 5 eingegebenen Wert entspricht ein bestimmter Schwenkwinkel der Verstellpumpe.

Als Stellglied dient ein Rechner oder ein entsprechend arbeitendes Logikelement. Der Rechner wird mit Meßdaten und Sollwerten, die bestimmten vorwählbaren Betriebszuständen entsprechen, gespeist und bestimmt unter Berücksichtigung der Drehzahl der Antriebsmaschine, ob der Lüfter betrieben wird und ggf. welcher Schwenkwinkel an der Verstellpumpe eingestellt werden soll.

Nach einer weiteren Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes befinden sich die Antriebsmaschine und der Lüfter in zwei getrennten Kühlkreisläufen, die mittels eines von dem Stellglied ansteuerbaren Stellventils ganz oder teilweise verbindbar sind. Damit ist die Möglichkeit gegeben, die Wärmespeicherkapazität weiter zu erhöhen. Der gesamte, aus 10 Primär- und Sekundärkreislauf bestehende Kühlkreislauf kann so aufgeteilt werden, daß der Primärkreislauf auf der zulässigen bzw. geforderten Betriebstemperatur gehalten und der Sekundärkreislauf auf Temperaturen abgekühlt wird, die weit darunter liegen. Bei voller Belastung der Antriebsmaschine wird bei Überschreiten einer vorgebbaren Solltemperatur der zweite Kühlkreislauf hinzugeschaltet, so daß selbst bei nicht eingeschaltetem Lüfter ein zusätzliches Kühlreservoir freigemacht werden kann. Ist das Stellventil stufenlos variierbar, kann je nach anfallender Antriebsmaschinewärme diese in den Sekundärkreislauf überführt und dort abgegeben werden. Erst wenn in beiden Kreisläufen eine bestimmte Kühlmitteltemperatur überschritten 15 20 25 30

8.

3018076

wird, wird der Lüfter eingeschaltet und mit einer Drehzahl betrieben, die der abzuführenden Wärmemenge entspricht.

- Vorteilhafterweise besitzen einer der beiden oder beide
- 5 Kühlkreisläufe eine Kühlmittelumwälzpumpe sowie bei aufgeladenen Dieseltriebwerken einen Ladeluftkühler. Eine Kühlmittelumwälzpumpe gewährleistet dabei eine höhere Umwälzgeschwindigkeit des Kühlmittels und damit eine bessere Wärmeabfuhr.
- 10 Bekanntlich steigt die abgegebene Leistung bei aufgeladenen Dieseltriebwerken mit Ladeluftkühlung mit sinkender Ladelufttemperatur. Bisherige Ausführungen kühlen die heiße Ladeluft zunächst in einem vom Kühlwasser des Primärkreises durchflossenen Wasser-Luft-Wärmetauscher
- 15 und kühlen danach durch Luft-Luft-Wärmetauscher weiter ab, wobei oft die benötigte Motorraumspülluft mitbenutzt wird. Bei der nach der vorliegenden Erfindung vorgeschlagenen Aufteilung in einen Primär- und einen Sekundärkreislauf ist es vorteilhafterweise möglich, die heiße Lade-
- 20 luft mit einem Kühlmittel weit niedrigerer Temperatur als der bisher üblichen bzw. erreichten Betriebstemperatur zu kühlen und damit höhere Triebwerksleistungen zu erzielen.

Ausführungsbeispiele sind in den Zeichnungen dargestellt.
Es zeigen

- 25 Fig. 1 eine Kühlvorrichtung nach der Erfindung in schematischer Darstellung,

Fig. 2 und 3 eine in zwei Kreisläufe aufgeteilte Kühlvorrichtung und

3018076

Fig. 4 ein Arbeitsschema für die Drehzahlregelung
des Lüfters.

Die in Fig. 1 dargestellte Kühlvorrichtung besteht aus einem Kühlkreislauf 1, der an einer Antriebsmaschine 2 angeschlossen ist und einen Lüfter 3 enthält. Die Kühlmitteltemperatur überwacht ein Temperaturmeßfühler 4, während zur Drehzahlermittlung der Antriebsmaschine 2 ein Drehzahlmesser 5 vorgesehen ist. Der Lüfter 3 wird mittels eines hydrostatischen Konstantmotors 6 angetrieben, der wiederum von einer hydrostatischen Verstellpumpe 7 gespeist wird. Zweckmäßigerweise wird die hydrostatische Verstellpumpe 7 von der zu kühlenden Antriebsmaschine 2 angetrieben. Der Temperaturmeßfühler 4 und der Drehzahlmesser 5 sind mit einem Rechner 8 verbunden, der über einen Komparator 9 auf die ggf. servogesteuerte Verstellpumpe 7 einwirkt. Der Rechner 8 ist ferner mit dem Sollwertgeber für die Wahl des Betriebszustandes 10 und einem weiteren Sollwertgeber 11, der nicht meßbare Zustandsgrößen wie die absolut zulässige Höchsttemperatur des Kühlmittels berücksichtigt, verbunden.

Die in Fig. 2 dargestellte Kühlvorrichtung besitzt demgegenüber zwei Kühlkreisläufe 12 und 13, die mittels eines Stellventils 14 verbunden sind. Darüberhinaus weist jeder der Kühlkreisläufe 12 und 13 einen mit dem Rechner 17 verbundenen Temperaturgeber 15, 16 und je eine Kühlmittelpumpe 18, 19 auf. Der Lüfter 3 wirkt hierbei auf den Kühlkörper 38.

Die in Fig. 3 dargestellte Kühlvorrichtung unterscheidet sich gegenüber den vorbeschriebenen dadurch, daß ein Ladeluftkühler 20 im Sekundärkreislauf 21 vorgesehen ist, der über das Stellventil 22 mit dem Primärkreislauf 23 verbunden werden kann.

3018076

Die prinzipielle Funktionsweise der dargestellten Kühlvorrichtung und damit das erfindungsgemäße Verfahren ergeben sich aus Fig. 4:

Ausgehend von einem der vier dargestellten Betriebszustände A bis D werden entsprechende Sollwerte an den Rechner 28 gegeben. Die vier Betriebszustände sind im vorliegenden Ausführungsbeispiel

Betriebszustand A: die Antriebsmaschine steht vor hoher kurzzeitiger Belastung, wofür zusätzliche Wärmekapazität geschaffen werden soll
10

Betriebszustand B: der Antriebsmaschine wird die volle Leistung abgefordert, d.h. der Lüfter soll so lange zwangsabgeschaltet bleiben, bis die entsprechend ggf. nach Durchlaufen des Betriebszustandes 24 geschaffene Wärmekapazität verbraucht ist. Die Zwangsabschaltung des Lüfters wird bei Überschreiten einer vorgebbaren absoluten Höchsttemperatur des Kühlmittels aufgehoben.
15
20

Betriebszustand C: der Lüfter soll zur Abbremsung des Motors betrieben werden (bei Fahrzeugen zur Bremsenentlastung)
25

Betriebszustand D: bei Antriebsmaschinenbetrieb mit unterschiedlicher Drehzahl (z.B. Berg- und Talfahrt) soll der Lüfter mit einer mittleren konstanten Drehzahl laufen, wodurch die mittlere Lüftbedarfsleistung verringert werden kann.
30

3018076

11.

Zusätzlich werden Meßgrößen wie die Kühlmitteltemperatur 29, die Antriebsmaschinendrehzahl 30 sowie ggf. die Umgebungstemperatur 31, der Ladeluftdruck 32, die Bremspedalstellung 33 und die Fahrgeschwindigkeit 34
5 ermittelt und an den Rechner 28 gegeben, der einen Schwenkwinkel 35 der Verstellpumpe ermittelt. Ein Komparator 36 vergleicht diesen Schwenkwinkel mit dem Schwenkwinkel der letzten Einstellung und leitet ggf. an der Verstellpumpe eine Nachstellung ein. Darüber
10 hinaus ist der Rechner noch mit dem Stellventil 37 zur Verbindung oder Trennung der Kühlkreisläufe und einer Sollwerteingabe 39 verbunden.

Das geschilderte Verfahren und die beschriebene Vorrichtung ermöglichen nicht nur eine unabhängige Lüfterdrehzahlregelung, sondern auch einen Lüfterbetrieb, der jeweils optimal auf die Wärmeabgabe des Motors und den jeweiligen Betriebszustand abgestimmt ist.
15

Nummer: 30 18 076
Int. Cl.³: F 01 P 7/00
Anmeldetag: 12. Mai 1980
Offenlegungstag: 19. November 1981
- 2. 6. 86 -

13

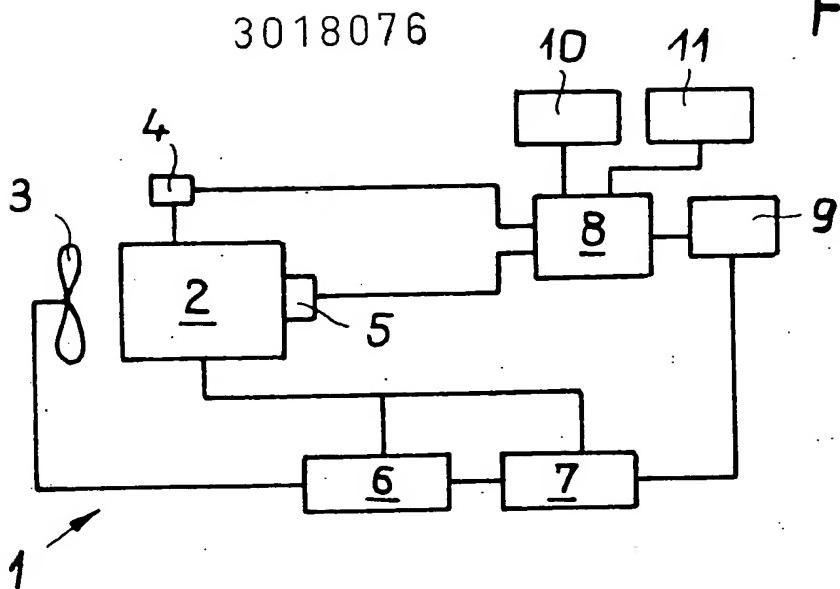
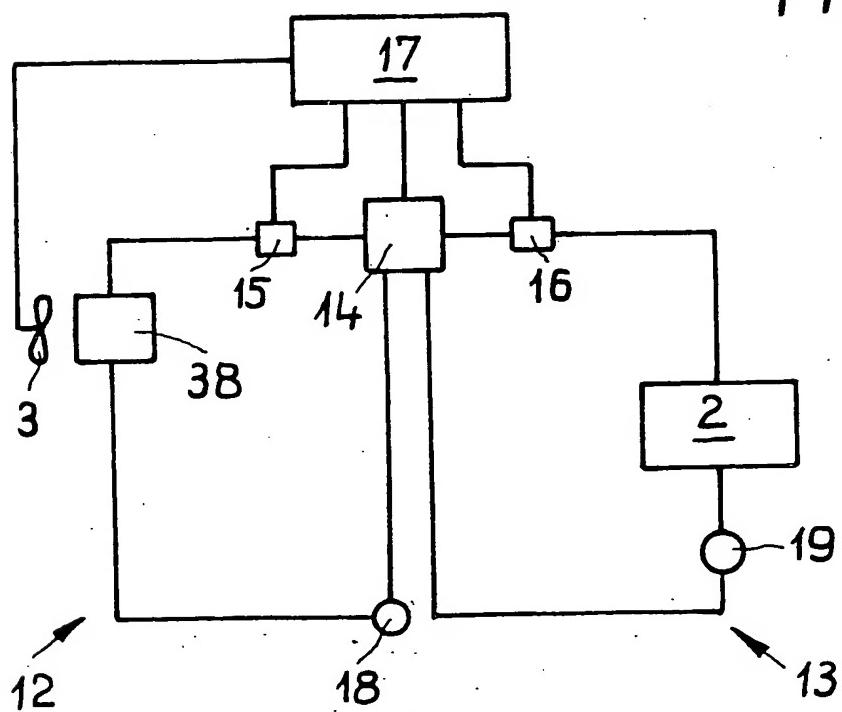


FIG. 1



130047/0127

5. 11. 74 / 77

12.

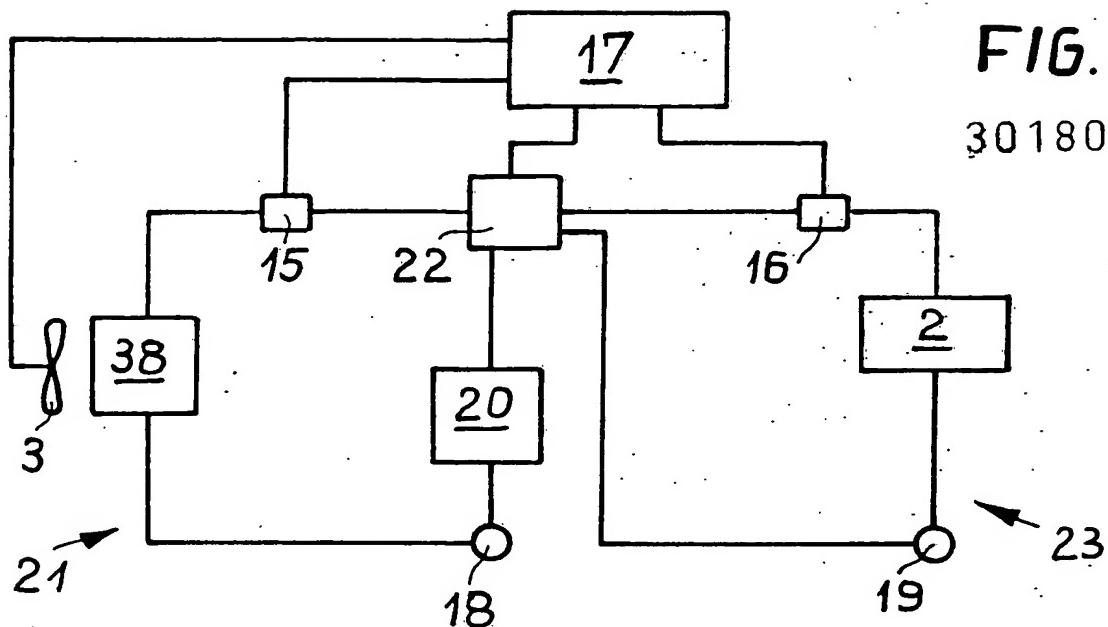
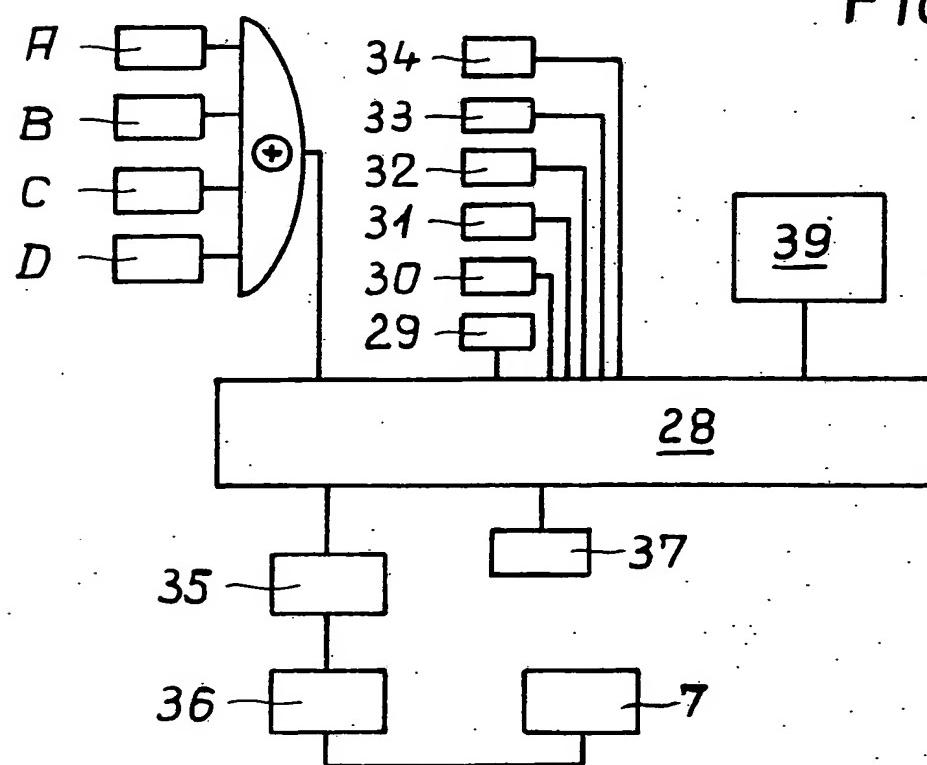


FIG. 3

3018076

FIG. 4



130047/0127

EV 71173